

**PROJECTIVE OPTICAL DEVICE**

Patent Number: JP61079228  
Publication date: 1986-04-22  
Inventor(s): ONO KOICHI  
Applicant(s): NIPPON KOGAKU KK  
Requested Patent: ☐ JP61079228  
Application Number: JP19840200998 19840926  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01L21/30; G03F7/20  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PURPOSE:**To enable the correction of variation of the optical characteristics due to variation of temperature and atmospheric pressure by forming a hermetic space in the middle of an optical path from a mask to a projective substrate and supplying a gas which can change as refractive index into the space.

**CONSTITUTION:**The selected gas is supplied from supply sources 13 and 23 into gas reservoirs 14 and 24. At this time, intervals 3c and 3f are filled with the gas and the air which has filled those intervals 3c and 3f is substituted for the gas. When the substituting operation is carried out sufficiently, the intervals 3c and 3f are insulated from the outside. At this time, capacities of the gas reservoirs 14 and 24 enhance so as to equal the internal pressures to the atmospheric pressure. As a result, pressure of the gas inside the intervals 3c and 3f also becomes equal to the atmospheric pressure. After that, the gas pressure inside the gas reservoirs 14 and 24 are modulated so as to be equal to the atmospheric pressure by expansion or contraction of the reservoirs and the variation of magnification or focus is corrected by the dependence on pressure of a refractive index of the gas by itself.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-79228

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和61年(1986)4月22日

H 01 L 21/30  
G 03 F 7/20

Z-6603-5F  
7124-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 投影光学装置

⑯ 特 願 昭59-200998

⑰ 出 願 昭59(1984)9月26日

⑱ 発 明 者 大 野 康 一 稲城市平尾372-1 平尾住宅45-203

⑲ 出 願 人 日本光学工業株式会社 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 渡 辺 隆 男

明 細 書

1. 発明の名称

投影光学装置

2. 特許請求の範囲

(1) マスクのパターンを投影光学系を介して被投影基板に投影する装置において、

前記マスクから被投影基板までの光路中に外気から遮断された気密空間を形成する手段と；該気密空間内に屈折率が変化し得る気体を供給する気体供給手段とを具備し、該気体の屈折率を変化させて前記マスクから被投影基板までの投影光学特性を調整することを特徴とする投影光学装置。

(2) 前記気体供給手段は、互いに屈折率の異なる複数の気体を、任意の割合で混合して前記気密空間に供給するための混合器を有することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の装置。

3. 発明の詳細な説明

(発明の技術分野)

本発明は、投影光学系を用いて、マスクのパタ

ーンを感光体(ウェハ)に露光する装置に関し、特に投影光学系の光学特性を所定の状態に安定させた投影光学装置に関する。

(発明の背景)

縮小投影型露光装置は近年超LSIの生産現場に多く導入され、大きな成果をもたらしているが、その重要な性能の一つに重ね合せマッチング精度があげられる。このマッチング精度に影響を与える要素の中で重要なものに投影光学系の倍率誤差がある。超LSIに用いられるパターンの大きさは年々微細化の傾向を強め、それに伴ってマッチング精度の向上に対するニーズも強くなってきている。従って投影倍率を所定の値に保つ必要性はきわめて高くなってきている。現在投影光学系の倍率は装置の設置時に調整することにより倍率誤差が一応無視できる程度になっている。しかしながら、装置の稼働時における僅かな温度変化やクリーンルーム内の僅かな気圧変動等、環境条件が変化しても倍率誤差が生じないようにしたいという要求が高まっている。

(1)

(2)

また、環境条件の変化により倍率の変動だけでなく、投影光学系の結像面の位置が光軸方面に変動する、いわゆる焦点変動も生じる。このため、この焦点変動をそのまま放置しておくと、投影されたマスクのパターン像が感光体であるウェハ上で解像不良となり、超LSIの不良を招くことになる。

このような不良は投影光学系に露光用の光が通ることによっても引き起される。これは露光用の光エネルギーの一部が投影光学系内の光学素子に吸収されて温度変化を引き起すために生じる。そのためたとえ環境状態が安定だとしても、装置の稼動中は倍率変動や焦点変動が生じる。その焦点変動は例えば投影光学系と被投影基板の間隔を調整することで容易に補正可能である。しかしながら倍率変動については投影光学系が所謂ズームレンズ(変倍光学系)でないかぎり容易に補正することができなかった。

(発明の目的)

本発明は、上記問題点を解決すべく、温度及び

(3)

したウェハ4上に結像する。ウェハ4はステップアンドリビート型の移動ステージ5に載置されている。投影レンズ3は複数のレンズ素子で構成されているが、本実施例ではそのうち特定のレンズ素子3a, 3bに挟まれた空気間隔3cと、レンズ素子3d, 3eに挟まれた空気間隔3fとに空気とは屈折率に関して圧力特性の異なる気体を密封して、大気圧変化に伴った倍率変動と焦点変動とを自己補正するように構成した。空気間隔3c, 3fは外気から遮断された気密構造にし、空気間隔3cは鏡筒に設けられた孔からパイプ10と電磁弁11を介してベローズ状のガス溜14に連通している。このガス溜14はさらに電磁弁12を介して第1の気体供給源(以下単に第1供給源とする)13と連通するとともに、電磁弁15を介して排気系にも連通している。第1供給源13はアルゴン、二酸化炭素、窒素、ヘリウム、フロン、ペンゼン等の単組成の気体、あるいはそれらの気体のいくつかを所定の割合で混合した混合気体をガス溜14に供給するものである。一方、空

(5)

気圧の変動による倍率誤差や焦点変動を簡単に補正し得る投影光学装置を提供することを目的とする。

(発明の概要)

本発明は、マスクのパターンを投影光学系を介して被投影基板に投影する装置において、マスクから被投影基板までの光路中に外気から遮断された気密空間を形成する手段と、その気密空間内に屈折率が変化し得る気体を供給する気体供給手段とを設け、供給気体の屈折率を変化させてマスクから被投影基板までの投影光学特性を調整するように構成したことを技術的要点としている。

(実施例)

第1図は本発明の第1の実施例による縮小投影型露光装置の概略的な構成を示す図である。露光光を集光するコンデンサーレンズ1は光源からの光を均一な照度分布にしてレチクルやマスク(以下マスクと総称する)2に照射する。マスク2に描かれたパターンの光像は投影レンズ3によって1/5又は1/10に縮小されて、感光剤を塗布

(4)

空気間隔3fも鏡筒に設けられた孔からパイプ20と電磁弁21を介してベローズ状のガス溜24に連通している。このガス溜24はさらに電磁弁22を介して第2の気体供給源(以下単に第2供給源とする)23と連通するとともに、電磁弁25を介して排気系にも連通している。第2供給源23も単組成の気体、あるいは混合気体をガス溜24に供給するものである。またガス溜14, 24はともに大気圧変化に対して内部の気体の圧力が追従するように、すなわち気体の圧力と大気圧とが常に等しくなるように内容積が変化し得るような構造になっている。

さて本実施例では投影レンズ3内の2つの空気間隔3c, 3fを使って、大気圧変化による光学特性の変動を自己補正するようにするが、ここでは空気間隔3c内の気体の屈折率を変えることで例えば投影レンズ3の投影倍率が調整でき、空気間隔3f内の気体の屈折率を変えることで焦点変動が調整できるものとする。換言するなら、投影レンズ3中の複数の空気間隔を同一に一定圧力だ

(6)

け変化させたとき、それら空気間隔のうち、投影倍率の変動に顕著に効く空気間隔と、焦点変動に顕著に効く空気間隔とを光学計算上のシュミレーションから選んである。また空気間隔  $3c$ 、 $3f$  内に供給される気体は大気に対して屈折率が異なるばかりでなく、圧力依存特性も異なる。すなわち、大気と気体の圧力がともに  $\Delta P$  だけ変化したとき、大気の屈折率変化量  $\Delta N$  と気体の屈折率変化量  $\Delta N_g$  とは異なった値になる。また  $\Delta N_g$  の値そのものも、気体の組成によって異なる。圧力が、高くなると気体の屈折率が大きくなることは周知のことなので、空気間隔  $3c$ 、 $3f$  を所謂気体レンズとしたとき、この気体レンズが元々負のパワーを有するような間隔を選んだのである。(気体レンズの形状としては凸であっても、レンズ両側がガラスのような屈折率のかなり大きい媒質であるため、負のパワーを有することになる。)一般に投影レンズ3は収れん系であるため、全体としては正のパワーをもつ単レンズと考えることができる。従って大気圧が  $\Delta P$  だけ高くなると、投影

(7)

はそのような気体の見つけ方を模式的に示した図である。第2図において、横軸は大気圧の変動量  $\Delta P$  を表わし、縦軸は投影レンズ3や間隔  $3c$ 、 $3f$  等を単体のレンズ素子とみなしたときの収れん(正パワー)、発散(負パワー)性の変化量を表わす。尚縦軸の基準値(零)に対する正方向の変化量は発散性がより低くなることを表わし、負方向の変化量は収れん性がより低くなることを表わす。第2図では説明を簡単にするため、空気間隔  $3c$  のみの大気圧変動による収れん、発散特性Aと、それ以外の光学エレメント(レンズや他の空気間隔)による収れん、発散特性Bと、投影レンズ3全体の収れん発散特性Tとの3つの気圧特性を示した。特性Tは特性AとBの代数的な和で表わされる。これらの特性からも明らかなように、投影レンズ3の倍率変動、焦点変動をほぼ零に保つためには、特性Tの傾きをなくせばよい。そのためには特性Aの傾き  $\theta_a$  をより大きくした特性A'にするか、もしくは特性Bの傾き  $\theta_b$  をより小さくした特性B'にするかの2つの方法がある。

(9)

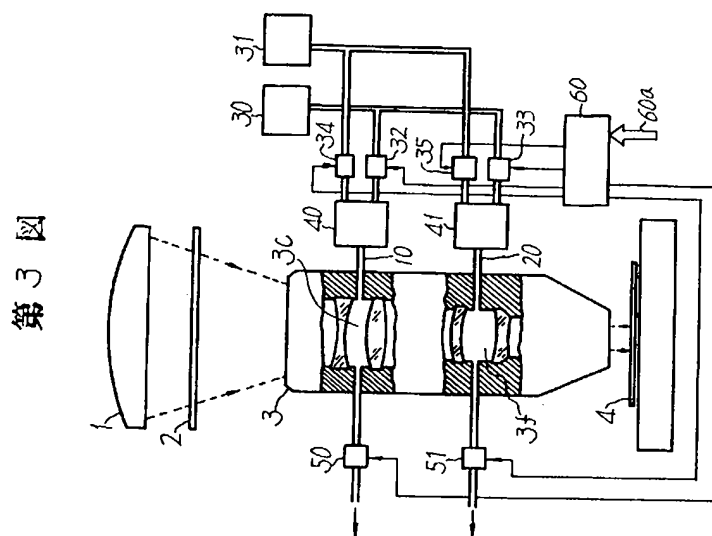
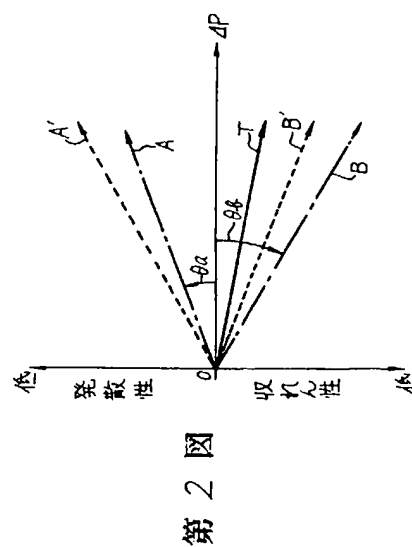
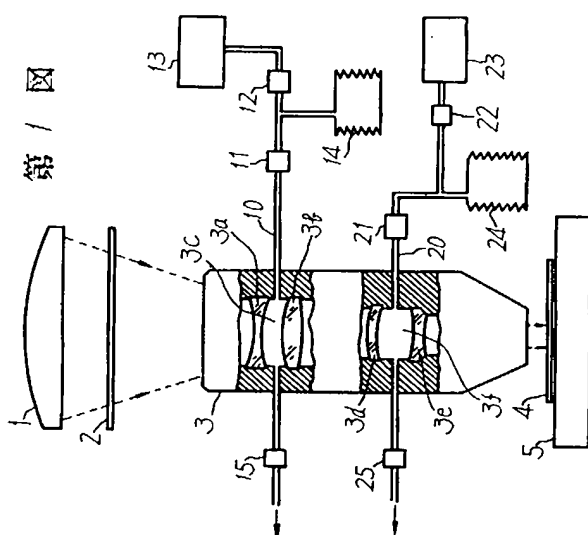
レンズ3の収れん性が弱くなり、本来の結像面位置は投影レンズ3から離れる方向に  $\Delta Z$  だけシフト(焦点変動)し、本来の結像面位置における投影像も  $\Delta M$  だけ拡大(倍率変動)したものになる。そこで焦点変動量  $\Delta Z$ 、倍率変動量  $\Delta M$  を大気圧の変動  $\Delta P$  にかかわらず常に零に補正するためには、大気圧が高くなるにつれて、投影レンズ3の収れん性を強くするように自己調整すればよい。そのためには投影レンズ3内の空気間隔  $3c$ 、 $3f$  による気体レンズの負のパワーを弱くすればよい。負のパワーを弱くする(ガラスと気体との屈折率の差を小さくする。)には気体レンズを構成する気体圧力を高くすればよい。従って大気圧が高くなったときに、空気間隔  $3c$ 、 $3f$  内の気体圧力もそれに順応させて高くすれば、焦点変動や倍率変動を自己補正することが可能となる。本実施例では空気間隔  $3c$ 、 $3f$  内の気体の圧力は、大気圧と常に等しくなるように定められているので、自己補正を行なうためには気体の屈折率の圧力依存性を予め調整しておく必要がある。第2図

(8)

本実施例の空気間隔  $3c$  は大気で充填された非補正状態では特性Aのように、元々負のパワー(発散性)を有するように選んだので、特性AをA'にするように気体を定める。特性AをA'にするためには、空気(大気)の単位圧力変化に対する屈折率の変化量を  $\Delta N_0$  とし、密封すべき気体の単位圧力変化に対する屈折率の変化量を  $\Delta N_g$  としたとき、 $\Delta N_g > \Delta N_0$  の関係を満たす気体を選べばよい。また、本実施例とは逆に元々正のパワー(収れん性)を有する空気間隔を選んだ場合は、特性Bを特性B'に変えるように、 $\Delta N_g < \Delta N_0$  の関係を満たす気体を選べばよいことになる。尚、 $\Delta N_g$  と  $\Delta N_0$  の差をどれぐらいにするかは投影レンズ3の構成(レンズタイプやレンズ素子の配置)によって異なるので、実験的に各種の気体を密封して倍率変動や焦点変動をためし焼き等で計測しつつ、最適な気体(単組成又は混合)を見つければよい。

さて、第1図の装置の動作について説明する。上記のようにして選定された気体は第1供給源

(10)



決定すれば、大気圧の変化による倍率変動、焦点変動も同時に補正される。

さて、上記構成においてマスク2を使った露光が開始されると、露光光の入射により倍率変動や焦点変動が生じる。その量は逐次、制御装置60に入力されるので、その変動量を補正するように2つの気体 $G_1$ 、 $G_2$ の混合比が決定される。混合比と、混合気体の屈折率との関係はあらかじめ実験等によりわかっているものとし、さらに、混合気体の屈折率の変化(混合比の変化)と倍率や、焦点位置の変化との関係も予め実験的に求めてあるものとする。制御装置60はそれらの関係を表わす演算式を記憶しており、その式に基づいて混合比を決定する。その混合比は例えば単位時間あたりに混合室40、41に流れ込む気体 $G_1$ の量(体積)と気体 $G_2$ の量(体積)との比を流量計等で検出することによって計測される。

以上のように本実施例では屈折率の異なる少なくとも2つの気体の混合比を変えることによって、気体レンズのパワーを変化させるので、大気圧変

(15)

以上本発明によれば、マスクから被投影基板までの光路中に気密空間を設け、その空間内に大気(空気)とは異なる屈折率、又は屈折率変化を有する気体を密封するようにしたので、マスクと投影光学系と被投影基板との三者の光軸方向における相対的な位置を機械的に調整することなく、光学特性を常に一定の状態に保つことができる。このため装置としての信頼性、長期安定性、が向上するという効果が得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例による投影型露光装置の概略的な構成を示す図、第2図は投影レンズの発散性、収斂性の圧力変動による変化特性を示す図、第3図は本発明の第2の実施例による投影型露光装置の概略的な構成を示す図である。

(主要部分の符号の説明)

- 2……マスク、 3……投影レンズ、  
3c、3f…空気間隔、4…ウェハ、  
13、30…第1の気体供給源、  
23、31…第2の気体供給源、

(17)

動以外に露光光の入射により生じる光学特性の変動を積極的に補正することができるという利点がある。

以上、本発明の2つの実施例では、投影レンズ3内の特定の2つの空気間隔3c、3fを選んで屈折率が変化し得るような、大気(空気)とは異なる気体を密封するようにしたが、空気間隔の数はいくつあってもよいし、また倍率変動と焦点変動をともに同時に補正し得るような1つの空気間隔、またはいくつかの空気間隔の組合せを作り出してもよい。また、マスク2と投影レンズ3との間に光軸と垂直に2枚の平面ガラス板を挿入し、そのガラス板で挟まれた空間<sup>間</sup>を外気から遮断し、その空間内に第1図で説明したような自己補正用の気体、あるいは第3図で説明したような混合気体を供給するようにしてもよい。この場合投影レンズ3の物体側(マスク2側)が非テレセントリックな光学系であれば投影倍率の調整が可能になる。

(発明の効果)

(16)

14、15…ガス溜、 40、41…混合室、  
60……制御装置

出願人 日本光学工業株式会社  
代理人 渡 辺 隆 男

(18)

